

# MONITORING SYSTEM FOR VIRTUAL COMPUTER

Publication number: JP62214449

Publication date: 1987-09-21

Inventor: TANAKA TOSHIHARU; UMEMO HIDENORI; GENMA KAZUHISA; UKAI YOSHIO

Applicant: HITACHI LTD

Classification:

- International: G06F9/46; G06F11/30; G06F11/34; G06F13/00; G06F9/46; G06F11/30; G06F11/34; G06F13/00; (IPC1-7); G06F9/46; G06F11/30; G06F13/00

- European:

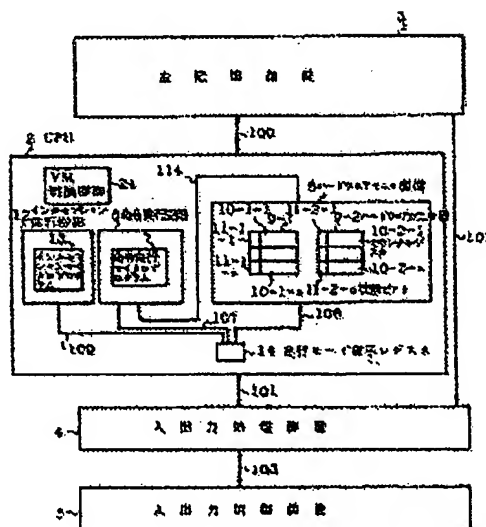
Application number: JP19860057775 19860315

Priority number(s): JP19860057775 19860315

Report a data error here

## Abstract of JP62214449

**PURPOSE:** To gather monitor information of each virtual computer by providing two or more of, at least, either of addresses of a measured area on a main storage designated with a monitor information gathering counter register or an OS and identifiers of virtual computers. **CONSTITUTION:** Hardware counter groups 9-1 and 9-2 are provided in a hardware monitor mechanism 8 of a CPU 2, and monitor information for running of a control program (VMCP) are gathered by counter groups 9-2 and 9-1 when a virtual computer (VM) runs, and '1' is set to a running mode display register 14 in case of running of the VMCP and '0' is set there in case of running of the VM. When an instruction is issued, its extended instruction is processed if the register 14 is '1', that is, the VMCP issues the instruction, and the instruction of a conventional hardware monitor is processed if the register 14 is '0', that is, the VM issues the instruction.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許出願公告番号

特公平8-33851

(24) (44) 公告日 平成8年(1996)3月29日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 11/34	A	7313-5B		
9/46	3 5 0	7737-5B		

発明の数 3 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願昭61-57775	(71) 出願人	899999999 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
(22) 出願日	昭和61年(1986)3月15日	(72) 発明者	田中 俊治 神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株 式会社日立製作所システム開発研究所内
(65) 公開番号	特開昭62-214449	(72) 発明者	梅野 英典 神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株 式会社日立製作所システム開発研究所内
(43) 公開日	昭和62年(1987)9月21日	(72) 発明者	源馬 和寿 神奈川県秦野市堀山下1番地 株式会社日 立製作所神奈川工場内
		(72) 発明者	鶴岡 良夫 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町5030番地 株 式会社日立製作所ソフトウェア工場内
		(74) 代理人	弁理士 磯村 雅俊
		審査官	祖父江 栄一

(54) 【発明の名称】 仮想計算機のモニタリング方式

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】中央処理装置に該中央処理装置のモニタ情報を収集するためのカウンタレジスタを備え、かつ該中央処理装置からの命令により指定された主記憶装置上の測定領域に入出力装置の使用状況を収集する入出力処理装置を接続し、1台ないし複数台のOSの同時走行を管理する制御プログラムを有して、該OSに対して仮想計算機を実現する仮想計算機システムにおいて、上記カウンタレジスタまたはOSが指定した上記測定領域のアドレスおよび仮想計算機の識別子の組のいずれか一方、または両方をそれぞれ2組以上有することを特徴とする仮想計算機システムのモニタリング方式。

【請求項2】中央処理装置に該中央処理装置のモニタ情報を収集するためのカウンタレジスタを備え、かつ該中央処理装置からの命令により指定された主記憶装置上の

2

測定領域に入出力装置の使用状況を収集する入出力処理装置を接続し、1台ないし複数台のOSの同時走行を管理する制御プログラムを有して、該OSに対して仮想計算機を実現する仮想計算機システムにおいて、上記カウンタレジスタまたはOSが指定した上記測定領域のアドレスおよび仮想計算機の識別子の組のいずれか一方、または両方をそれぞれ2組以上と、上記中央処理装置で仮想計算機が走行中か上記制御プログラムが走行中かを識別する手段とを有し、上記2組以上のカウンタレジスタの1つには上記中央処理装置で上記制御プログラムが走行中のモニタ情報を収集し、他の1つ以上には上記中央処理装置で仮想計算機が走行中のモニタ情報を収集することを特徴とする仮想計算機システムのモニタリング方式。

【請求項3】上記制御プログラム用および仮想計算機用のカウンタレジスタは、それぞれ該カウンタレジスタに

に対する読出し命令、更新開始命令、更新停止命令、リセット命令、および読出し・リセット命令を設定することを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の仮想計算機システムのモニタリング方式。

【請求項4】上記カウンタレジスタは、該カウンタレジスタの内容の退避領域および該カウンタレジスタが更新中か停止中かを示す状態ビットの退避領域を、各仮想計算機ごとに主記憶装置あるいは中央処理装置内のローカルストレージに設け、仮想計算機を走行させる時には、該当仮想計算機の上記退避領域の状態ビットに該カウンタ更新中が指示される場合には更新を停止するとともに、仮想計算機走行中に制御が制御プログラムあるいは他の仮想計算機に渡る場合には、上記該当仮想計算機の退避領域に、仮想計算機用のカウンタレジスタと状態ビットの値を退避することにより、仮想計算機ごとにモニタ情報を収集することを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の仮想計算機システムのモニタリング方式。

【請求項5】中央処理装置に該中央処理装置のモニタ情報を収集するためのカウンタレジスタを備え、かつ該中央処理装置からの命令により指定された主記憶装置上の測定領域に入出力装置の使用状況を収集する入出力処理装置を接続し、1台ないし複数台のOSの同時走行を管理する制御プログラムを有して、該OSに対して仮想計算機を実現する仮想計算機システムにおいて、上記カウンタレジスタまたはOSが指定した上記測定領域のアドレスおよび仮想計算機の識別子の組のいずれか一方、または両方をそれぞれ2組以上と、入出力装置ごとに現在入出力装置を使用中の仮想計算機の識別子を設け、上記仮想計算機上のOSの測定領域に該仮想計算機の入出力装置の使用状況を収集することを特徴とする仮想計算機システムのモニタリング方式。

【請求項6】上記仮想計算機上のOSの測定領域のアドレスと上記仮想計算機の識別子との組に対して、該組を設定する命令と、各入出力装置に現在当該入出力装置を使用中の仮想計算機の識別子を設定する命令とを有することを特徴とする特許請求の範囲第5項記載の仮想計算機システムのモニタリング方式。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【産業上の利用分野】

本発明は、仮想計算機のモニタリング方式に関し、特に中央処理装置のモニタ機能による仮想計算機走行時のモニタ情報、および入出力処理装置のモニタ情報を同時に収集する場合に有効なモニタリング方式に関するものである。

#### 【従来の技術】

実計算機の中央処理装置はモニタ機能を備えており、仮想計算機システムの稼動状況をハードウェアにより監視することができる。このハードウェアのカウナはOS (Operating Systems) の性能測定等に使用されている。しかし、1台の実計算機の下で複数のOSの同時走行

が可能な仮想計算機システムにおいては、各仮想計算機ごとの稼動状況を同時に監視したいという要求があるが、従来はこれは不可能であった。また、実計算機の入出力処理装置には、各入出力装置の使用状況をOSが指定する主記憶上の領域に収集するチャンネルモニタリング機能がある。しかし、1台の実計算機の下で複数のOSの同時走行が可能な仮想計算機システムにおいては、このチャンネルモニタリング機能を使用する場合、複数の仮想計算機が同時にこれを使用することはできず、1台の仮想計算機だけしか使用できないという問題がある。この場合、同時に複数の仮想計算機のチャンネルモニタリングを行いたいという要求も多い。

以下、従来の仮想計算機システムについて、さらに詳述する。第2図は、実計算機システムの概略構成図であり、第3図は第2図の実計算機を利用した仮想計算機システム（以下、VMSと記す）の概略図である。

第1図において、実計算機システム1は、中央処理装置（以下、CPUと記す）2、主記憶装置3、入出力処理装置（以下、IOPと記す）4、および入出力制御装置（以下、IOCと記す）5より構成され、各装置間は信号線100, 101, 102, 103により接続されている。また、主記憶装置3上には、OSが格納されており、これが全体の計算機システムを制御する。

次に、第2図においても、実計算機システム1自体は第1図と全く同一であるが、主記憶装置3上にVMSの制御プログラム（以下、VMCPと記す）が格納されている点で第1図と異なる。

ハードウェアをシミュレーションするVMCPの機能により、実計算機システム1と類似したアーキテクチャを有する論理的な計算機（仮想計算機、以下、VMと記す）が1台ないし複数台実現される。すなわち、第2図では、VMCPと破線で結合されているVM1-1, VM1-2, VM1-3が仮想計算機であり、各VMは論理的CPU2-i ( $i=1, 2, 3$ )、論理的主記憶装置3-i, 論理的IOP4-i, 論理的IOC5-iから構成される。

各VMのCPU2-iは、VMCPが実計算機システム1のCPU2を時分割で各VMに割当てることにより実現される。各VMの主記憶装置3-iは、VMCPが作成・管理する仮想空間として割り当てられる。さらに、各VMのIOP4-iやIOC5-iは、実計算機システム1の対応物を占有ないし共有することにより実現される。

次に、CPU2が有するモニタ情報収集機能について、詳述する。第4図は、従来のハードウェアモニタの説明図である。第4図において、CPU2内には、命令実行回路6、ハードウェアモニタ機構8、インタセプション実行回路12、およびVM切換機構24が設けられる。命令実行回路6内には、命令実行マイクロプログラム7が、ハードウェアモニタ機構8内には、ハードウェアカウンタ群9、カウンタレジスタ10、状態ビット11が、それぞれ具備されている。カウンタレジスタ10-k ( $k=1, 2, \dots, n$ )は、

CPU2における特定の事象をモニタするカウンタであり、対応する状態ビット11-kが“1”のとき、カウンタの更新が対応する事象の発生を契機として行われる。また、インタセプション実行回路12は、VM走行中に、VMCPに制御を渡す事象が発生した場合に、VMCPに制御を渡すための機構である。また、VM切換機構24は、ハードウェアおよびマイクロプログラムによりVMを切換えるための機構である。

第5図は、第4図におけるハードウェアカウンタに関連する命令の説明図である。ハードウェアカウンタに関連する命令には、(a) リードカウンタ命令、(b) スタートカウンタ命令、ストップカウンタ命令、(c) リセットカウンタ命令、および(d) リード及びリセットカウンタ命令、がある。先ず、リードカウンタ命令を発行すると、命令実行回路6および命令実行マイクロプログラム7は、線104を介してカウンタレジスタ10-1から10-nの値を読み出し、第1オペランドアドレスD1 (B1) で指定される主記憶装置3上の領域に、線100により全カウンタの内容をカウンタ番号順に格納する。次に、スタートカウンタ命令を発行すると、命令実行回路6および命令実行マイクロプログラム7は、線104を介して第1オペランドアドレスD1 (B1) で指定されるカウンタレジスタ10-kの状態ビット11-kを“1”にする。これにより、そのカウンタレジスタ10-kの更新が開始される。

ストップカウンタ命令を発生すると、命令実行回路6および命令実行マイクロプログラム7は、線104を介して第1オペランドアドレスD1 (B1) で指定されるカウンタレジスタ10-kの状態ビット11-kを“0”にする。これにより、そのカウンタレジスタ10-kの更新が停止される。

リセットカウンタ命令を発行すると、命令実行回路6および命令実行マイクロプログラム7は、線104を介して第1オペランドアドレスD1 (B1) で指定されるカウンタレジスタ10-kをリセットする。

リード及びリセットカウンタ命令を発行すると、命令実行回路6および命令実行マイクロプログラム7は、線104を介してカウンタレジスタ10-1から10-nの値を読み出し、第1オペランドアドレスD1 (B1) で指定される主記憶装置3上の領域に、全カウンタの内容をカウンタ番号順に格納する。さらに、命令実行回路6および命令実行マイクロプログラム7は、線104を介して全カウンタレジスタ10-k (k=1~n) をリセットする。なお、ハードウェアモニタ機構を使用して、性能測定を行う例としては、IBM システムジャーナル第18巻No. 1 1979「仮想計算機/370」(IBM System Journal Volume Eighteen Number One「Virtual Machine Facility/370」(Mackinnon著) 24頁) がある。

次に、IOP (入出力処理装置) におけるチャネルモニタリング機能について、詳述する。

第10図は、常駐VMの説明図である。

各VMのCPU2-iは、VMCPが実計算機システム1のCPU2を時分割で各VMに割り当てることにより実現される。各VMの主記憶装置3-iは、一般にVMCPが作成、管理する仮想空間として割り当てられるが、第10図の常駐VMの主記憶装置26や27のように実計算機システム1の主記憶装置3の連続した領域を分割して割り当てられることにより、実記憶装置アドレスが仮想計算機の主記憶装置アドレスに固定値を加えたものに等しくなるようにすることもできる。このような主記憶装置を有するVMを、常駐VMという。各VMの主記憶装置3-iにOSが格納されているが、常駐VMの主記憶装置3-iは主記憶装置3上に存在する。さらに、各VMのIOP4-iやIOC5-iは、実計算機システム1の対応物を占有または共有することにより実現される。なお、チャネルモニタリングの機能については、IBM社のマニュアル「IBM システム370拡張アーキテクチャの動作原理」(IBM System/370 Extended Architecture Principles of Operation 17-2) に記載されている。

第11図は、従来のチャネルモニタリング機構の説明図である。主記憶装置3には、各入出力装置対応に入出力装置の状態を格納するユニット・コントロール・ワード (以下、UCW) 28-kがある。また、各UCW28-kには、チャネルモニタリングを行うか否かを示す入出力装置モニタリング有効ビット29-k、およびモニタリング情報域の先頭アドレス (以下、MBO) からの変位を表わすメジャメント・バイト・インデックス (以下MBI) 30-kがある。一方、IOP4-iには、実計算機システム1がチャネルモニタリングを行うか否かを表わすチャネルモニタリング有効ビットレジスタ31とモニタリングした情報を格納する領域の先頭アドレスを保持するメジャメント・ブロック・オリジンレジスタ (以下、MBOレジスタ) 32およびチャネルモニタリング機構36が主記憶装置3を更新する時に記憶保護キーとして用いる測定ブロックキーレジスタ37がある。なお、チャネルモニタリング有効ビットレジスタ31のオン・オフおよびMBOレジスタ32のセットは、入出力命令SCHM (Set Channel Monitor) により行われる。また、入出力装置モニタリング有効ビット29-kのオン・オフおよびMBI・30-kの設定は、入出力命令MSCH (Modify Subchannel) により行われる。

第12図は、SCHM命令の説明図である。SCHM命令はS形式の命令であり、CPU2内の汎用レジスタGR1には、測定ブロックキー、チャネルモニタリング有効ビットを指定し、また汎用レジスタGR2には、MBOを指定する。SCHM命令を発行すると、第11図において、CPU2は線101を經由してチャネルモニタリング機構16にレジスタGR1、GR2の値を送る。そして、レジスタGR1内の測定ブロックキーの値を測定ブロックキーレジスタ37へ、チャネルモニタリング有効ビットの値をチャネルモニタリング有効ビット31へ、またレジスタGR2の値をMBOレジスタ32へ、それ

ぞれ設定する。

第13図は、MSCH命令の説明図である。

MSCH命令は、S形式の命令である。汎用レジスタGR1には、特定のUCWを指定する番号を指定する。また、第2オペランドアドレス(D2/B2)は、サブチャネル・インフォメーション・ブロック(以下、SCHIB)テーブルのアドレスである。SCHIBには、レジスタGR1で指定されるUCWに指定する入出力装置モニタリング有効ビットおよびMBI等が格納されている。MSCH命令を発行すると、第11図に示すように、CPU2は線100を介しレジスタGR1で示された入出力装置がフリーであれば、対応するUCW28-kの入出力装置モニタリング有効ビット29およびMBI・30に、上記SCHIBで指定された値をセットする。

チャネルモニタリング有効ビットレジスタ31が“1”であり、UCW28-kの入出力装置モニタリング有効ビット29が“1”であるとき、このUCW28-kに対応する入出力装置がモニタの対象となる。そして、この入出力装置に対して、モニタの対象となる事象が発生する度に、チャネルモニタリング機構16は、MBOレジスタとMBI・30から求められる主記憶装置3上の領域に、測定ブロックキーレジスタ37を保護キーとしてアクセスし、モニタ情報を更新する。

〔発明が解決しようとする問題点〕

以上、述べたように、ハードウェアモニタ機構8は、CPU2の状態を収集して、命令によりOSに報告する機能を有している。しかし、ハードウェアモニタ機構8を仮想計算機システムで使用すると、システム全体での情報がカウンタレジスタ10に収集され、VMCPやVMごとのモニタ情報の収集はできないという問題がある。

また、拡張アーキテクチャの計算機のIOPには、前述のように、各入出力装置の使用状態を収集するチャネルモニタリング機構があるが、仮想計算機システムにおいてチャネルモニタリングを行おうとすると、MBOレジスタ32がシステムに1つしかないために、複数のVMが同時に使用することはできないという問題がある。

本発明の第1の目的は、上記のような従来の問題点を改善し、VMCP走行時とVM走行時のハードウェアモニタ情報を、個別に収集するとともに、VMごとのハードウェア情報を同時に収集することが可能なVMSのモニタリング方式を提供することにある。また、本発明の第2の目的は、入出力装置の使用状況を、その入出力装置を使用したVMごとに収集することが可能なVMSのモニタリング方式を提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的を達成するために、本発明によるVMSのモニタリング方式は、中央処理装置に該中央処理装置のモニタ情報を収集するためのカウンタレジスタを備え、かつ該中央処理装置からの命令により指定された主記憶装置上の測定領域に入出力装置の使用状況を収集する入出力処理装置を接続し、1台ないし複数台のOSの同時走行を

管理する制御プログラムを有して、該OSに対して仮想計算機を実現する仮想計算機システムにおいて、上記カウンタレジスタまたはOSが指定した上記測定領域のアドレスおよび仮想計算機の識別子の組のいずれか一方、または両方をそれぞれ2組以上有することに特徴がある。さらに、上記中央処理装置で仮想計算機が走行中か上記制御プログラムが走行中かを識別する手段を有し、上記2組以上のカウンタレジスタの1つには上記中央処理装置で上記制御プログラムが走行中のモニタ情報を収集し、他の1つ以上には上記中央処理装置で仮想計算機が走行中のモニタ情報を収集することに特徴がある。さらに、入出力装置ごとに現在入出力装置を使用中の仮想計算機の識別子を設け、上記仮想計算機上のOSの測定領域に該仮想計算機の入出力装置の使用状況を収集することに特徴がある。

〔作用〕

本発明においては、CPU内に、VMが走行中であることを識別するためのレジスタと、VMCPが走行中であることを識別するためのレジスタを設けるとともに、2組のカウンタレジスタを設けて、一方のカウンタにはVMCP走行中のモニタ情報を収集し、他方のカウンタにはVM走行中のモニタ情報を収集する。その場合上記カウンタレジスタの読み出し命令、更新開始命令、更新停止命令、リセット命令、および読出し・リセット命令を使用する。

また、本発明においては、IOP内に、VMのMBOを設定するレジスタと、VMを識別する固有な番号の組を1組ないし複数組具備し、CPUがこれらを上記レジスタに設定する。さらに、CPUは、IOPごとに、どのVMが使用中であることを識別する。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例を、図面により詳細に説明する。第1図は、本発明の第1の実施例を示すVMSの構成図であり、第6図はハードウェアモニタ関係命令の説明図である。

第1図に示すように、本実施例においては、CPU2のハードウェアモニタ機構8内に、2組のハードウェアカウンタ群9-1, 9-2を設ける。ハードウェアカウンタ群9-1は、VMCP走行中のモニタ情報を収集し、ハードウェアカウンタ群9-2は、VM走行時のモニタ情報を収集する。また、新たに、走行モード表示レジスタ14を設ける。この走行モード表示レジスタ14は、VMCPの走行中は“1”であり、VMの走行中は“0”である。

まず、走行モード表示レジスタ14の設定方法について、述べる。VM走行中にVMCPに制御を渡す事象が発生した場合、インタセプション実行回路12およびインタセプションマイクロプログラム13は、線109を介して走行モード表示レジスタ14に“1”を設定する。また、VMCPがVMをディスパッチした時には、そのディスパッチ命令により命令実行回路6および命令実行マイクロプログラム7は、線107を介して走行モード表示レジスタ14に“0”を

設定する。

次に、ハードウェアカウンタ群9-1,9-2の更新について、述べる。走行モード表示レジスタ14の値が“1”で、かつカウンタレジスタ10-1-kの状態ビット11-1-kが“1”であれば、VMCP用のハードウェアカウンタ群9-1のカウンタレジスタ10-1-kは更新中である。また、走行モード表示レジスタ14の値が“0”で、かつ該当するカウンタレジスタ10-2-kの状態ビット11-2-kが“1”であれば、VM用のハードウェアカウンタ群9-2のカウンタレジスタ10-2-kは更新中である。上記以外の場合には、カウンタレジスタ10-1-k, 10-2-kはいずれも更新されない。

次に、本実施例によるハードウェアカウンタに関する命令について、第6図により述べる。第6図において、汎用レジスタGR1に設定されるモード指示ビット15は、“1”の場合、ハードウェアカウンタ群9-1を操作することを指示し、“0”の場合には、ハードウェアカウンタ群9-2を操作することを指示する。また、第6図に示すリードカウンタ拡張命令、スタートカウンタ拡張命令、ストップカウンタ拡張命令、リセットカウンタ拡張命令、リード・リセットカウンタ拡張命令は、いずれも汎用レジスタGR1に指示されたハードウェアカウンタ群9-1または9-2に対して、先に述べた各命令（リードカウンタ命令、スタートカウンタ命令、ストップカウンタ命令、リセットカウンタ命令、リード・リセットカウンタ命令）と同じ処理を行う。従来から存在する命令と、その拡張命令、例えばリードカウンタ命令とリードカウンタ拡張命令の命令コードは同一にしてもよい。同一の場合には、命令発行時に、走行モード表示レジスタ14が“1”の場合、すなわち、VMCPが発行した場合には、本発行による拡張命令の処理を行う。また、命令発行時に、走行モード表示レジスタ14が“0”の場合、すなわち、VMが発行した場合には、従来から存在するハードウェアカウンタの命令の処理を行う。

第7図は、本発明の第2の実施例を示すVMSの構成図である。第7図の実施例では、第1図の構成に加えて、退避領域アドレスレジスタ16を設けている。退避領域アドレスレジスタ16は、現在走行中のVMのCPUの状態を退避するための退避領域17-i (1,2) のアドレスを保持する。退避領域17-i には、VMを起動するために必要なCPU情報が格納されており、その情報の中には該当VMのハードウェアカウンタ群9も含まれている。

VMのディスパッチ命令を退避領域17-i のアドレスを指定して発行すると、次の処理が行われる。まず、命令実行回路6および命令実行マイクロプログラム7は、線105を介して退避領域17-i のアドレスを退避領域アドレスレジスタ16に設定し、線107を介して走行モード表示レジスタ14に“0”を設定する。また、線100、線104を介して退避領域17-i に格納されている該当VMのハードウェアカウンタ群の内容をハードウェアカウンタ群9-1

2に設定する。この後、退避領域17-i 内に格納されている該当VMの状態情報を線100を介してCPU2に設定することにより、VMはディスパッチされる。

また、VM走行中に制御をVMCPに渡す事象が発生した場合には、インタセプション実行回路12およびインタセプションマイクロプログラム13は、次の処理を実行する。まず、線109を介して走行モード表示レジスタ14に“1”を設定し、線105を介して退避領域アドレスレジスタ16の内容を読み出し、これをアドレスとする退避領域17-i に、線114および線100を介してハードウェアカウンタ群9-2の内容を退避する。さらに、線100を介してCPU2の状態情報を退避領域17-i に退避する。その後、VMCPに制御を渡す。

次に、VM切換機構24によりVMの切換えを行う場合には、次の処理を行う。まず、線116を介して退避領域アドレスレジスタ16の内容を読み取り、これをアドレスとする退避領域17-1に、ハードウェアカウンタ群9-2およびその他のCPU2の状態を線100を介して退避する。そして、VM切換機構24は、次に走行させるVMの退避領域17-2を選択する。また、線116を介して退避領域17-2のアドレスを退避領域アドレスレジスタ16に設定し、線100、線115を介して退避領域17-2に格納されている該当VMのハードウェアカウンタ群の内容をハードウェアカウンタ群9-2に設定する。また、退避領域17-2に格納されているVMの状態情報を、線100を介してCPU2に設定し、VMをディスパッチする。なお、ハードウェアカウンタ群9-1および9-2の更新方法については、第1の実施例の場合と全く同じである。

ハードウェアカウンタに関する命令について述べる。VM走行時、すなわち、走行モード表示レジスタ14が“0”の場合のハードウェアカウンタに関する命令は、ハードウェアカウンタ群9-2を操作すればよい。また、VMCP走行時、すなわち、走行モード表示レジスタ14が“1”の場合のハードウェアカウンタに関する命令は、ハードウェアカウンタ群9-1を操作すればよく、第1の実施例で述べたものと全く同じである。

第8図は、本発明の第3の実施例を示すVMSの構成図であり、第9図は第3実施例におけるハードウェアモニタ関係の命令の説明図である。

第8図において、退避領域17-i には、第2の実施例とは異なり、該当VMのハードウェアカウンタ群の値は退避されない。また、退避領域17-i の中にはVMidのフィールドがあり、これは各VMごとに固有にVMCPが指定する番号を保持する。第8図に示すように、第3の実施例では、第7図に示す第2の実施例の構成に、さらに走行中VMidレジスタ23およびローカルストレージ18が付加される。ローカルストレージ18内の19は退避領域テーブルである。退避領域テーブル19は、ローカルストレージ内VMid20およびローカルストレージ内退避領域アドレス21の複数組から構成されている。そして、VMのハードウェア



カウンタ群の退避領域としては、このVMのVMidに一致する値を有するローカルストレージ内VMid20-pと組をなすローカルストレージ内退避領域アドレス21がポイントするローカルストレージ内退避領域22-pが使用される。

VMのディスパッチ命令を退避領域のアドレスを指定して発行すると、次の処理が行われる。まず、命令実行回路6および命令実行マイクロプログラム7は、線105を介して退避領域17-iのアドレスを、退避領域アドレスレジスタ16に設定し、線107を介して走行モード表示レジスタ14に“0”を設定し、また線110を介して走行中VMidレジスタ23にVMidを設定する。また、線106を介して走行中VMidレジスタ23に設定されたVMidに対応するローカルストレージ内退避領域22-pの内容を、線104を介してハードウェアカウンタ群9-2に設定する。さらに、命令実行回路6および命令実行マイクロプログラム7は、退避領域17-iに格納されているVMの状態情報を線100を介してCPU2に設定することにより、VMをディスパッチする。

次に、VM走行中に制御をVMCPに渡す事象が発生した場合、インタセプション実行回路12およびインタセプションマイクロプログラム13は、次の処理を行う。まず、線109を介して走行モード表示レジスタ14に“1”を設定する。また、線111を介して走行中VMidレジスタ23の内容を取り出して、これをVMidとするローカルストレージ内退避領域22-pに、線114、線112を介してハードウェアカウンタ群9-2の内容を退避する。

次に、VM切換機構24を介してVMの切換えを行う場合には、次の処理を行う。まず、線116を介して退避領域アドレスレジスタ16の内容を読み取り、これをアドレスとする退避領域17-1に、CPU2の状態を線100を介して退避する。次に、線117を介して走行中VMidレジスタ23の値を読み取り、これに対するローカルストレージ内退避領域22-pに、線114および線118を介してハードウェアカウンタ群9-2の状態を退避する。次に、VM切換機構24は、次に走行させるVMの退避領域17-2のアドレスを退避領域アドレスレジスタ16に設定し、また線117を介して該当VMidを走行中VMidレジスタ23に設定する。また、このVMidに対応するローカルストレージ内退避領域22-pの内容を線118、線115を介してハードウェアカウンタ群9-2に設定する。さらに、ハードウェアカウンタ群9-1および9-2の更新方法については、第1の実施例と全く同じである。

ハードウェアカウンタに関する命令については、第9図に示す拡張命令が使用され、VM走行時、つまり走行モード表示レジスタ14が“0”の場合のハードウェアカウンタに関する命令は、ハードウェアカウンタ群9-2を操作する。また、VMCP走行時、つまり走行モード表示レジスタ14が“1”の場合のハードウェアカウンタに関する命令については、第9図に示すように、汎用レジスタGR1

にVMidを指定する。そして、VMidが“0”であれば、ハードウェアカウンタ群9-1を操作し、“0”以外であれば、ローカルストレージ18内の該当VMのローカルストレージ内退避領域22-pを操作する。

なお、詳述しなかったが、VMidとしては、VMCPが指定するソフトウェアVMidと、ハードウェアにおいて使用するハードウェアVMidとの対応表を設けておき、ハードウェアではハードウェアVMidを使用することもできる。この場合、第8図における走行中VMidレジスタ22には、ハードウェアVMidが設定される。そして、VMのディスパッチ時には、ソフトウェアVMidが対応表によりハードウェアVMidに変換されて、走行中VMidレジスタ23に設定される。また、ハードウェアカウンタ関係の命令では、ソフトウェアVMidを指定し、命令実行回路6および命令実行マイクロプログラム7がこれをハードウェアVMidに変換し、これに対応するローカルストレージ内退避領域22を処理することも可能である。

このように、第1、第2、および第3の実施例においては、VMSのVMCP走行時とVM走行時のハードウェアモニタ情報を別個に取り出すこと、およびVMごとのハードウェアモニタ情報を同時に収集することが、いずれも可能となる。

次に、IOPにおけるチャネルモニタリング機能について、詳述する。第14図は、本発明の第4の実施例を示すVMSの構成図であり、第15図および第16図は本実施例で使用する命令の説明図である。

第14図に示すように、本実施例では、第11図に示す従来のチャネルモニタリング機構36に比べて、MBOレジスタ32を2個以上有している点で異なっている。第14図では、MBOレジスタ32-1、32-2の2個が設けられているが、3個以上設けることも勿論可能である。また、各々のMBOレジスタ32-jに対して、チャネルモニタリング有効ビット31-j、測定ブロックキーレジスタ37-j、VMidフィールド34-jを持っている。VMidフィールド34-jには、VMCPが各VMごとにユニークに与える番号が設定される。さらに、本実施例では、UCW28-k内に使用中VMidフィールド35-kを設ける。

最初に、本実施例で設けられたUCW28-kの使用中VMidフィールド35-kの設定方法およびIOP4内のチャネルモニタリング有効ビット31-j、MBOレジスタ32-j、VMidフィールド34-jの各設定方法について述べる。

まず、本実施例による新設の命令であるSCHME (Set Channel Monitor Extend) 命令によりチャネルモニタリング有効ビット31-1、MBOレジスタ32-j、VMidフィールド34-jを設定する。第15図に示すように、SCHME命令は、いわゆるS形式の命令である。汎用レジスタGR1には、測定ブロックキー、VMid、チャネルモニタリング有効ビットが指定され、また汎用レジスタGR2には、MBOが設定されている。SCHME命令を発行すると、CPU2は線101を介してIOP4内のチャネルモニタリング機構36'に汎

用レジスタGR1、GR2の値を送る。チャンネルモニタリング機構36'は、汎用レジスタGR1に示されたVMidに一致するVMidフィールド34-jを有するフィールドがあれば、そのフィールドを更新の対象にするが、該当フィールドがなければチャンネルモニタリング有効ビット34-jが“0”のフィールドを更新の対象とする。更新の対象となるフィールドがない場合には、条件コードとして3を返送する。また、更新フィールドが存在する場合、該当フィールドのチャンネルモニタリング有効ビット31-jには汎用レジスタGR1で指定された値を、またMB0レジスタ32-jには汎用レジスタGR2の値を、VMidフィールド34-jには汎用レジスタGR1に示されたVMidを、それぞれ設定する。

次に、UCW28-kの入出力装置モニタリング有効ビット29-k、MBI30-k、使用中VMidフィールド35-kの設定方法について、述べる。これは、本実施例における新設命令MSCHE (Modify Subchannel Extended) 命令により行われる。第16図に示すように、MSCHE命令はいわゆるS形式の命令である。第2オペランドアドレス (D2/B2) は、SCHIBにさらにVMidを有するSCHIBE (SCHIB Extended) テーブルのアドレスである。また、汎用レジスタGR1には、入出力装置を識別する番号を指定する。MSCHE命令をCPU2で実行すると、線100を介してSCHIBEテーブルの内容をUCW28-kに設定する点は、MSCH命令と同じである。ここで、UCW28-kは、汎用レジスタGR1に示されている入出力装置に対応するものである。さらに、MSCHE命令においては、SCHIBE中のVMidの値が使用中VMidフィールド35-kに設定される。MSCHE命令を発行する契機としては、特定のVMのみが占有して使用する入出力装置であれば、該当入出力装置の占有時に使用中VMidフィールド35-kの設定を行う。さらに、複数のVMが共有して使用する入出力装置の場合には、VMからの入出力命令の度ごとにMSCHEを発行することにより、使用中VMidフィールド35-kの設定を行う。

最後に、本実施例におけるチャンネルモニタリング機構36'について、説明する。チャンネルモニタリング機構36'が収集した各入出力装置の使用状況は、UCW28-k中の入出力装置モニタリング有効ビット29-kが“1”で、かつ使用中VMidフィールド35-kに一致するVMidフィールド31-jが存在して、そのチャンネルモニタリング有効ビット34-jが“1”の時、MB0レジスタ32-jの内容にMBI30-kの値を加えた領域に、記憶保護キーを測定ブロックキーレジスタ37-jとしてアクセスし、これを更新する。しかし、本実施例においては、全てのVMに適用されるのではなく、常駐VMのみに適用される。この理由として、チャンネルモニタリング機構36'が収集した各入出力装置の使用状況は、主記憶装置3上で直接更新されるために、VMの主記憶装置3-iは、主記憶装置3上にページ固定して与えられている必要があるからである。また、本実施例では詳述していないが、VMCPは、常駐VM

と同時に、このチャンネルモニタリング機構36'を使用することができる。

このように、本実施例においては、複数の常駐VMに対して、同時にチャンネルモニタリングをサポートすることができ、さらにVMCPと1個以上の常駐VMのチャンネルモニタリングを同時にサポートすることも可能である。

#### 〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明によれば、VMCP走行時とVM走行時のハードウェアモニタ情報を個別に収集し、かつVMごとのハードウェアモニタ情報を同時に収集することが可能となる。さらに、本発明によれば、入出力装置の使用状況を、その入出力装置を使用したVMごとに収集することが可能となる。

#### 〔図面の簡単な説明〕

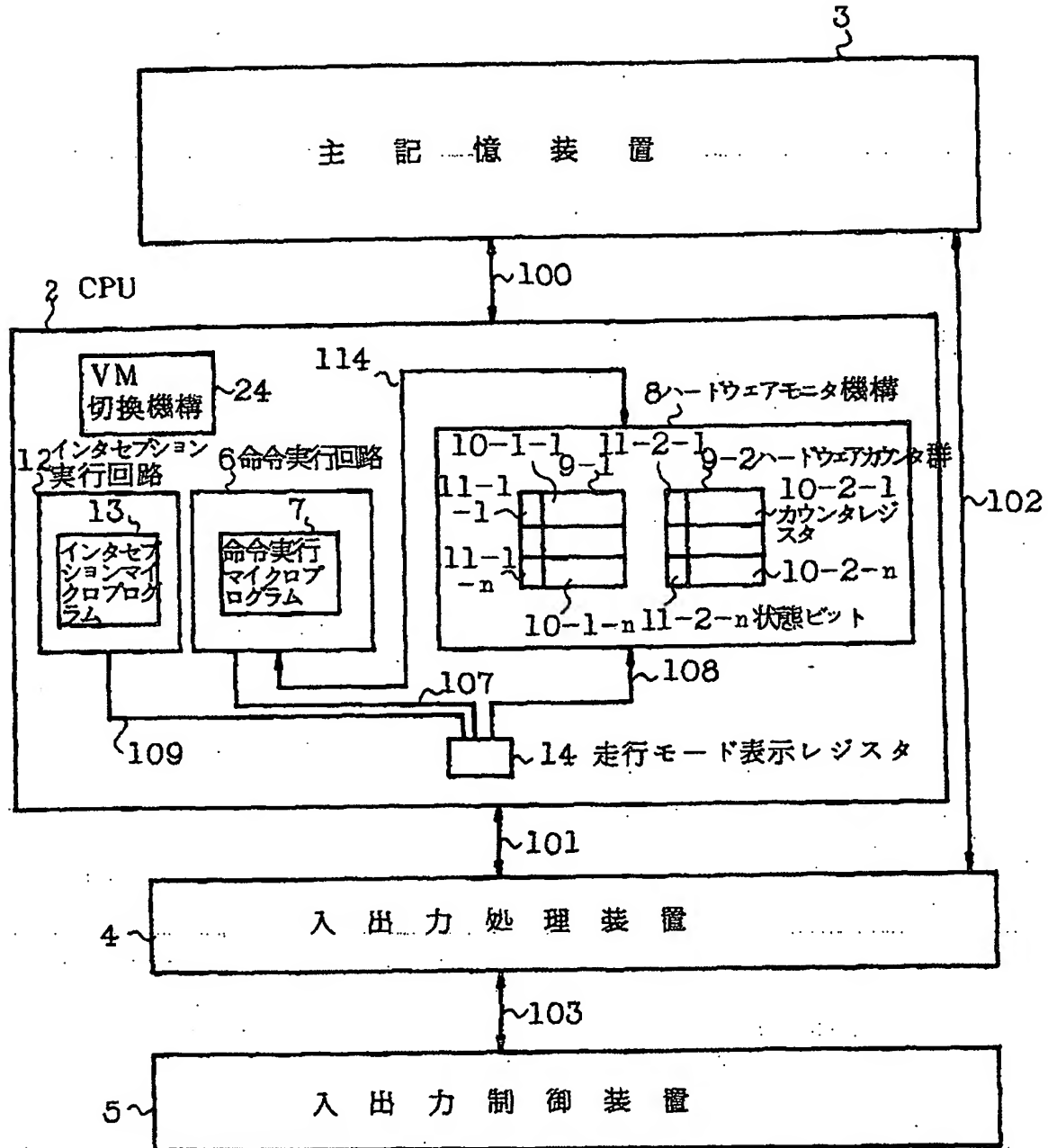
第1図は本発明の第1の実施例を示すハードウェアモニタリング方式を実行する仮想計算機システム (VMS) のブロック図、第2図は一般の実計算機システムの構成図、第3図は一般のVMSの構成図、第4図は従来のハードウェアモニタリング方式を実行するVMSの構成図、第5図は従来におけるハードウェアモニタ関係命令の説明図、第6図は本発明におけるハードウェアモニタ関係命令の説明図、第7図は本発明の第2の実施例を示すハードウェアモニタリング方式を実行するVMSのブロック図、第8図は本発明の第3の実施例を示すハードウェアモニタリング方式を実行するVMSのブロック図、第9図は第3の実施例のハードウェアモニタ関係命令の説明図、第10図は常駐VMの説明図、第11図は従来のチャンネルモニタリング方式を実行するVMSのブロック、第12図および第13図は従来のチャンネルモニタリング関係命令の説明図、第14図は本発明の第4の実施例を示すチャンネルモニタリング方式を実行するVMSのブロック、第15図および第16図は本発明におけるチャンネルモニタ関係命令の説明図である。

1:実計算機システム、2:中央処理装置 (CPU)、3:主記憶装置、4:入出力処理装置 (IOP)、5:入出力制御装置 (IOC)、6:命令実行回路、7:命令実行マイクロプログラム、8:ハードウェアモニタ機構、9:ハードウェアカウンタ群、10:カウンタレジスタ、11:状態ビット、12:インタセプション実行回路、13:インタセプションマイクロプログラム、14:走行モード表示レジスタ、15:モード指示ビット、16:退避領域アドレスレジスタ、17:退避領域、18:ローカルストレージ、19:退避領域テーブル、20:ローカルストレージ内VMid、21:ローカルストレージ内退避領域、23:走行中VMidレジスタ、24:VM切換機構、26,27:常駐VMの主記憶装置、28:UCW (Unit Control Word)、29:入出力装置モニタリング有効ビット、30:MBI (メジャメント・バイト・インデックス)、31:チャンネルモニタリング有効ビット、32:MB0 (メジャメント・ブロック・オリジン) レジスタ、33:メジャメント・ブロック、34:VMidフィールド、35:使用中VMidフィールド、

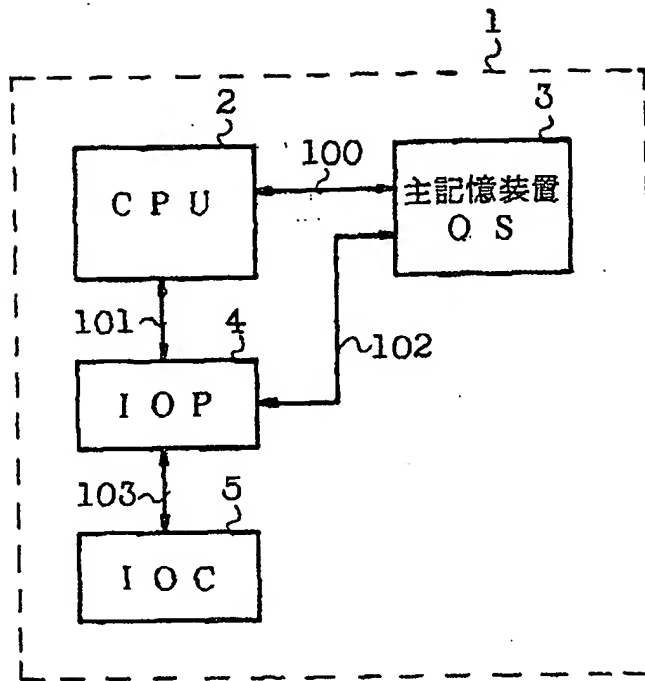


36, 36' : チャンネルモニタリング機構、37: 測定ブロック \* \* キーレジスタ。

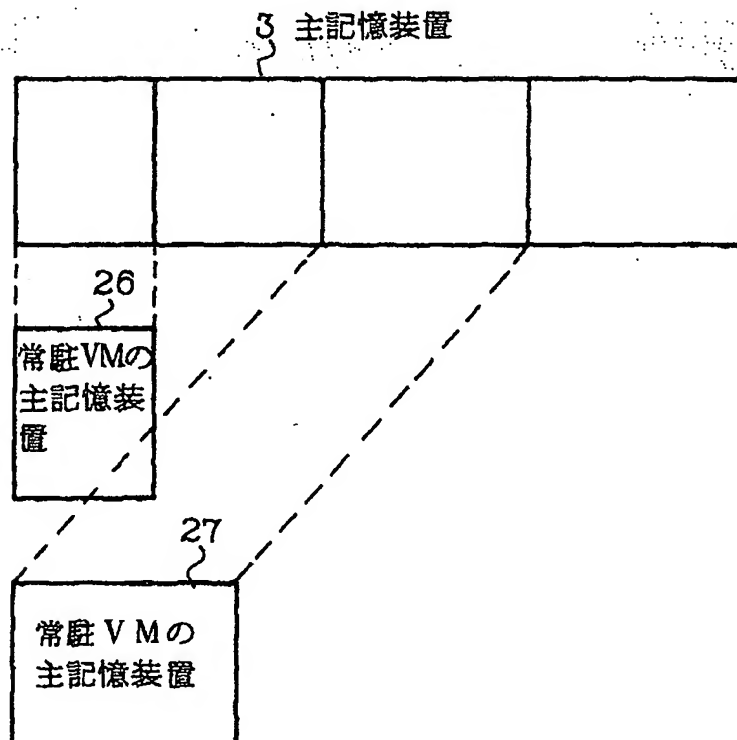
【第1図】



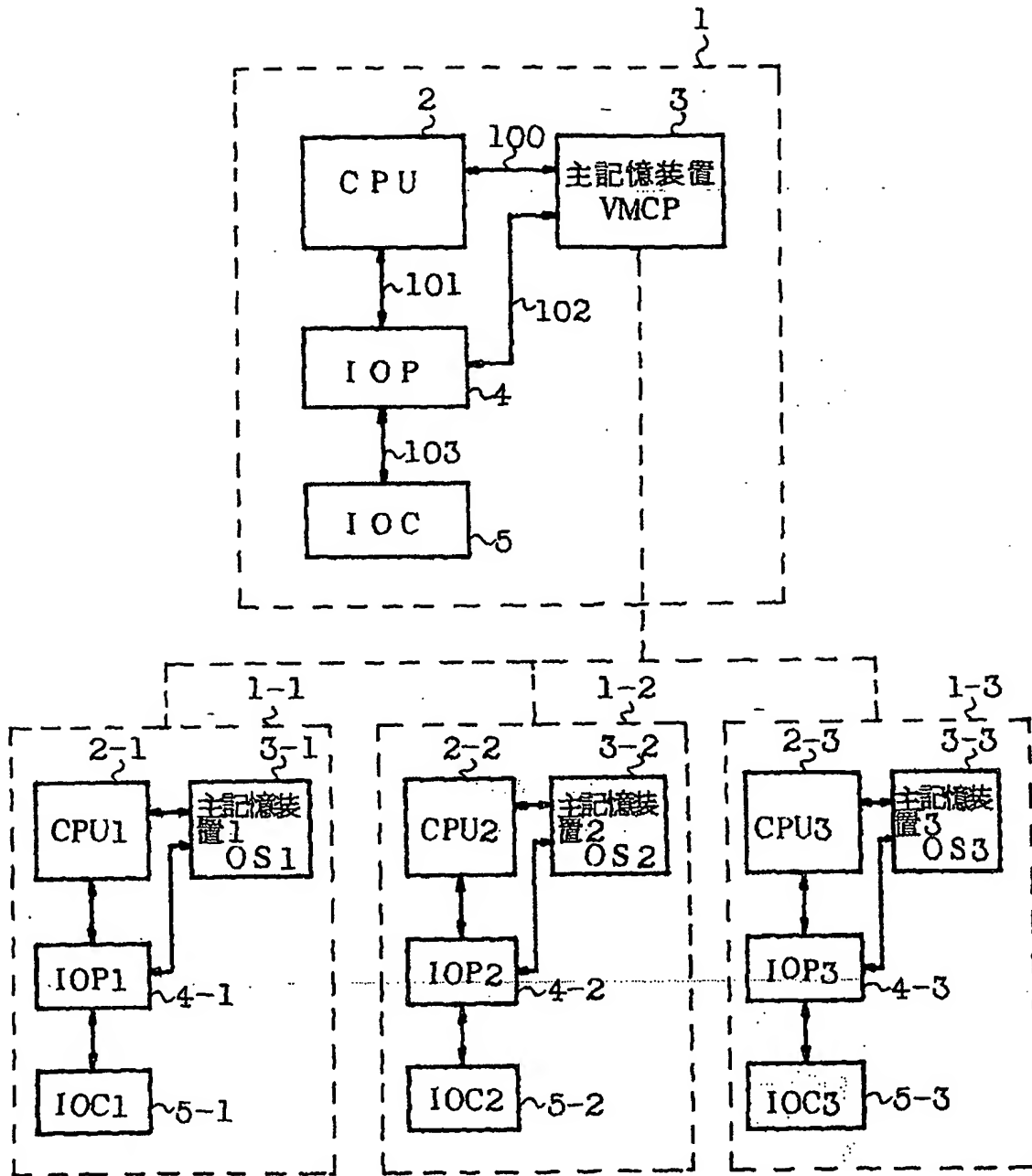
【第2図】



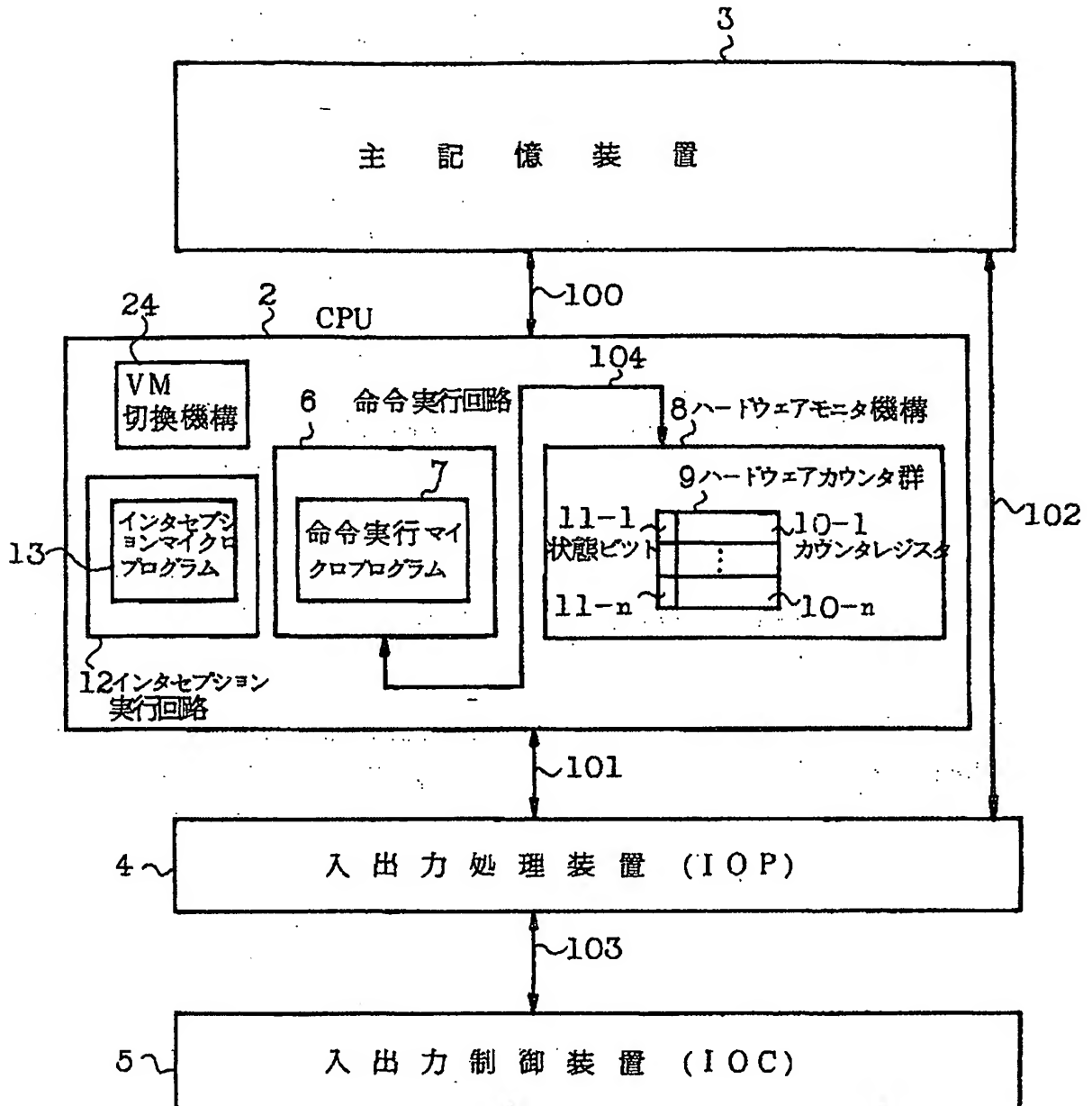
【第10図】



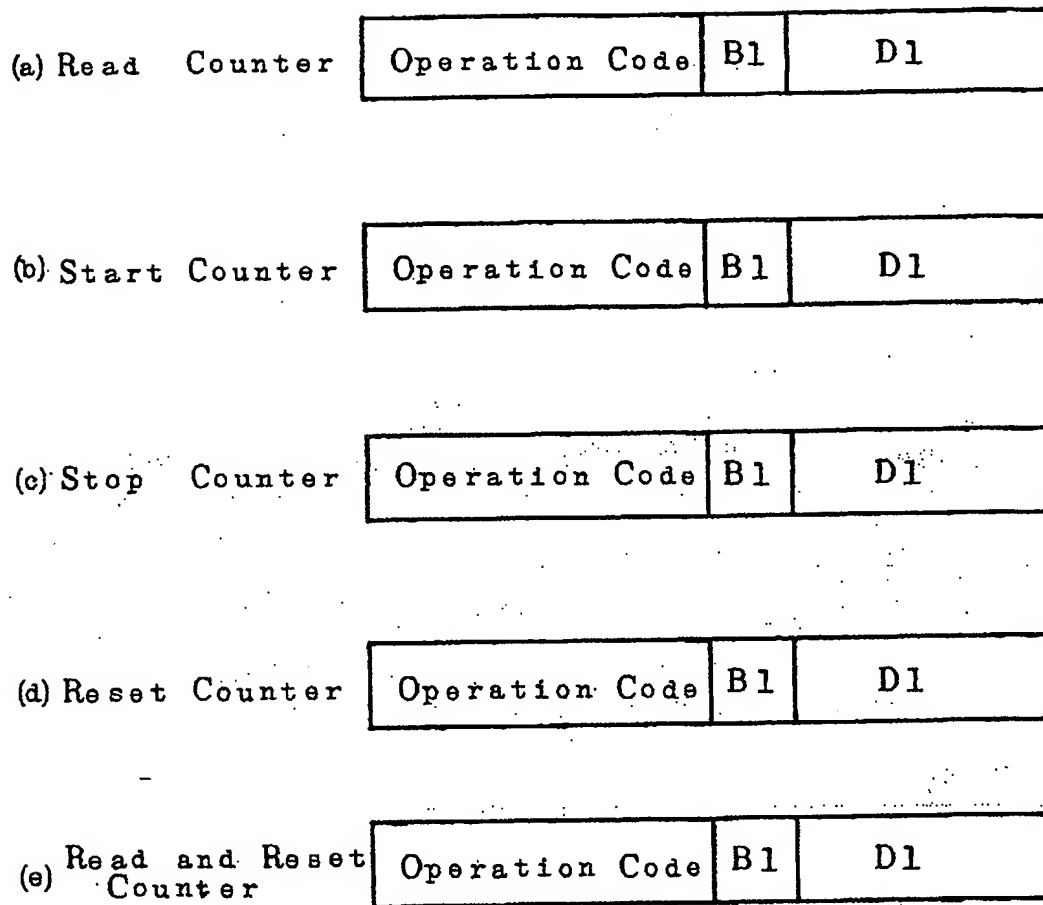
【第3図】



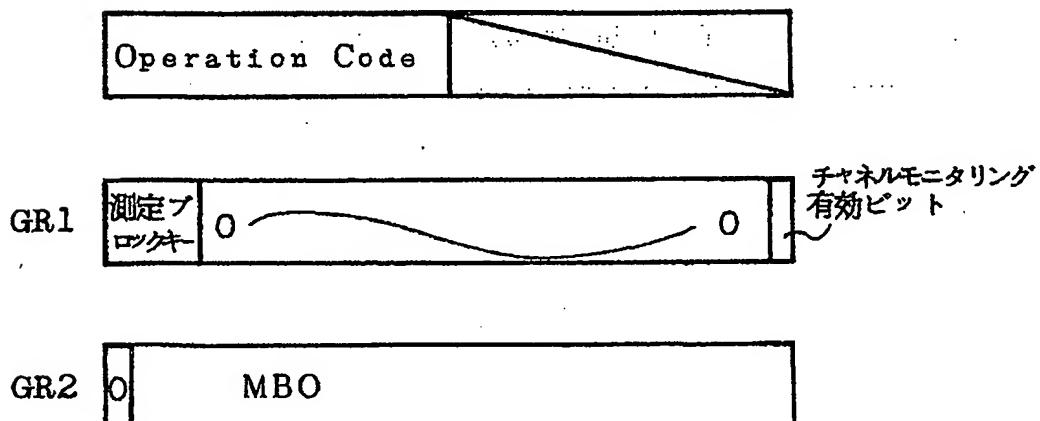
【第4図】



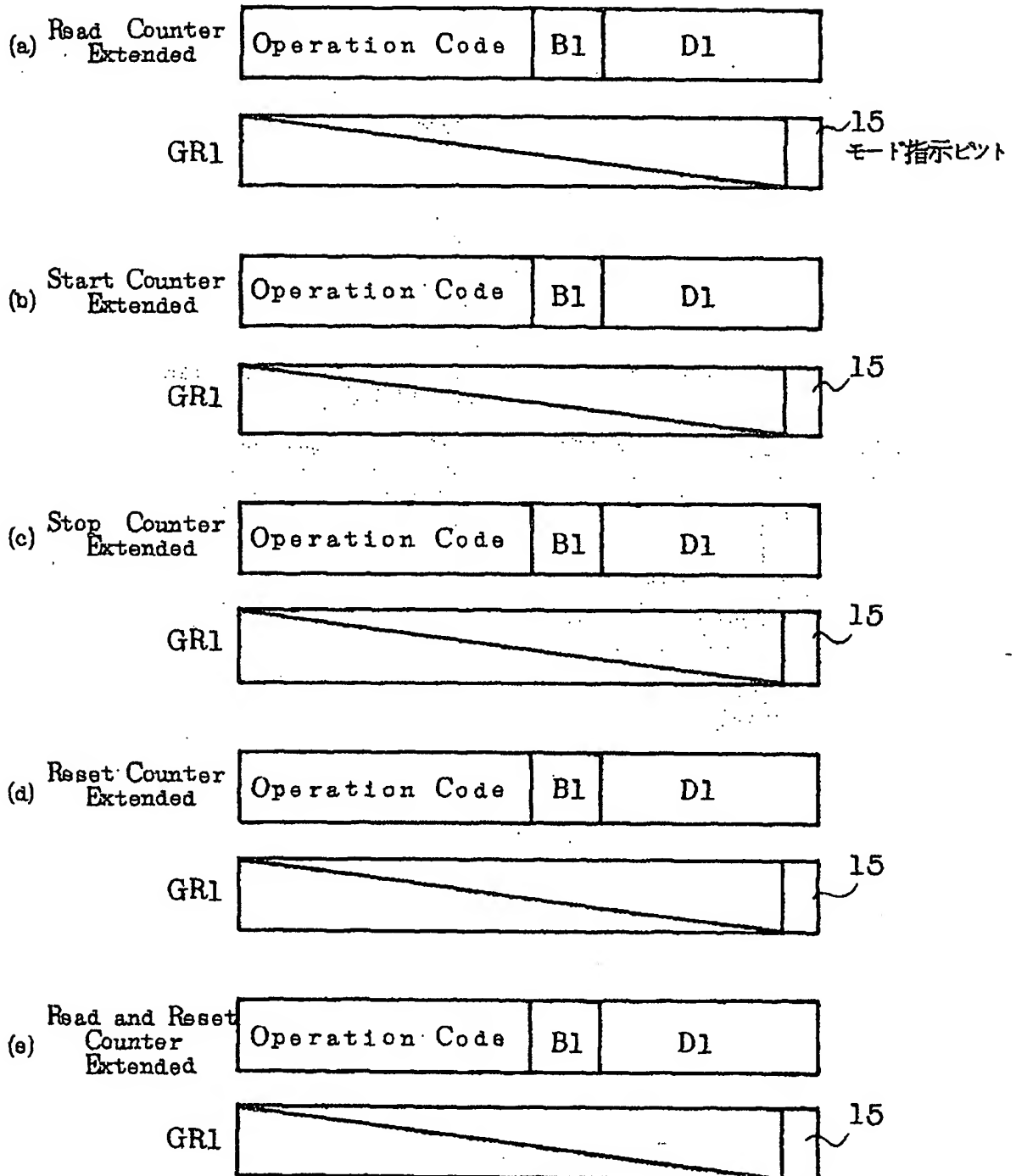
【第5図】



【第12図】

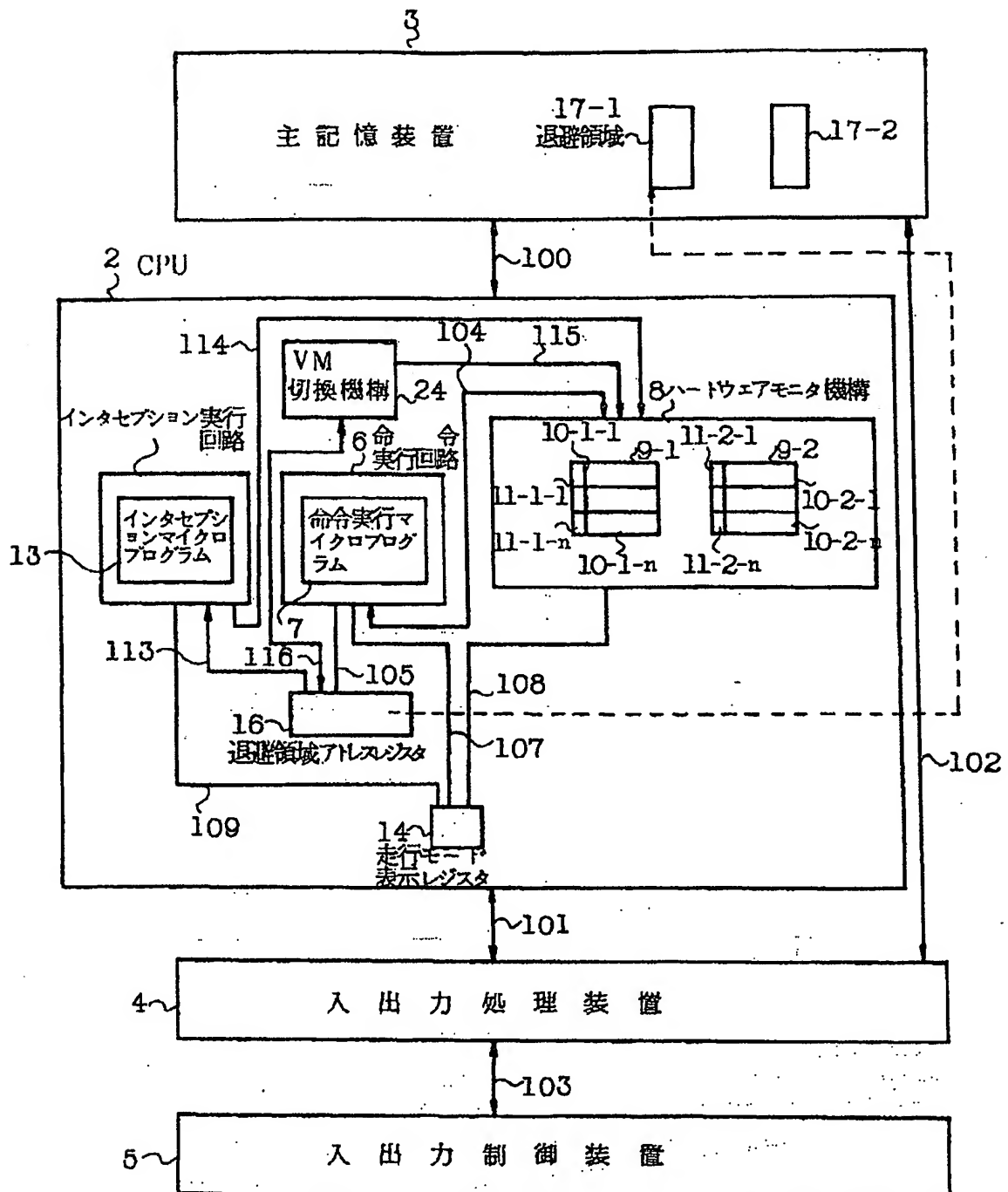


【第6図】

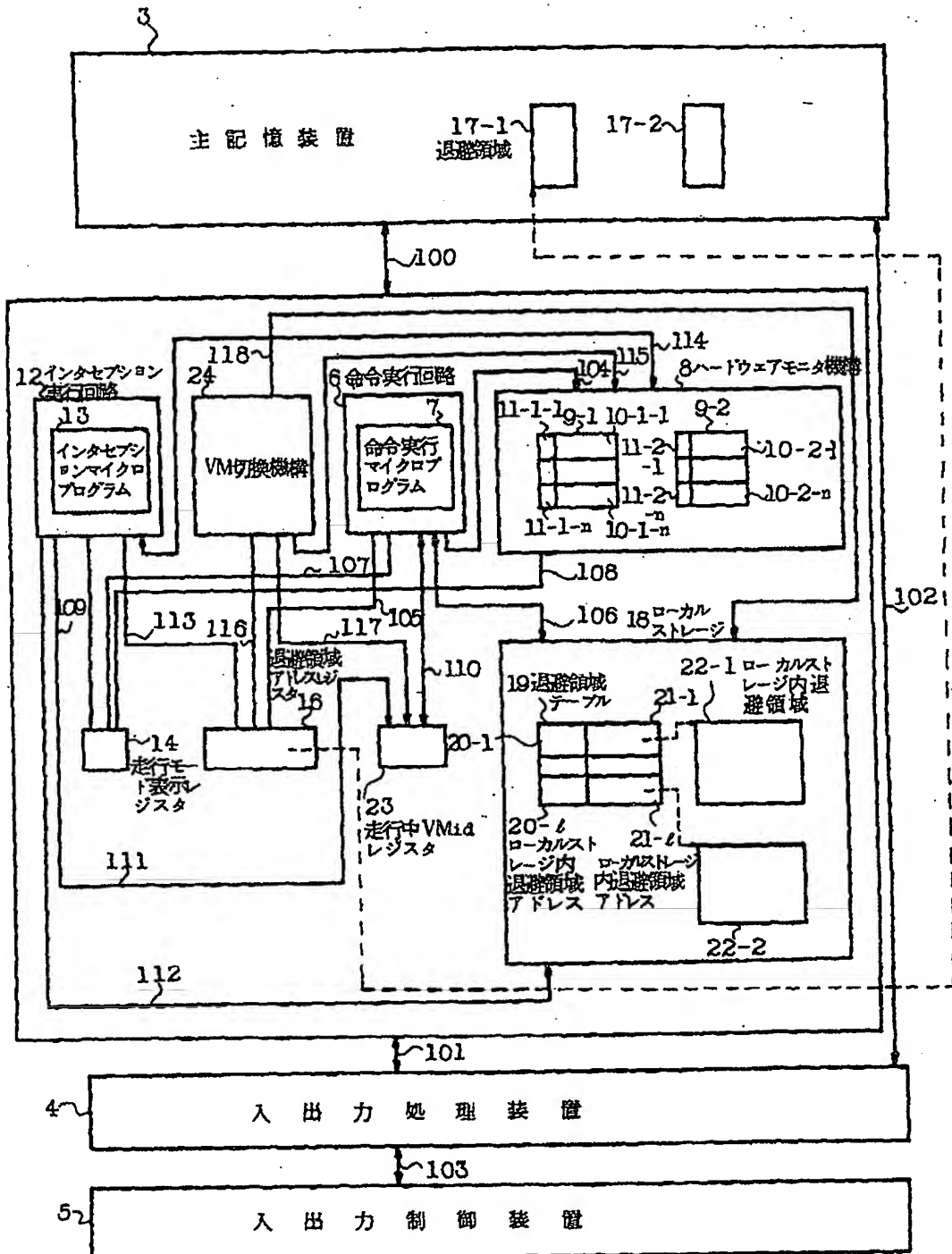




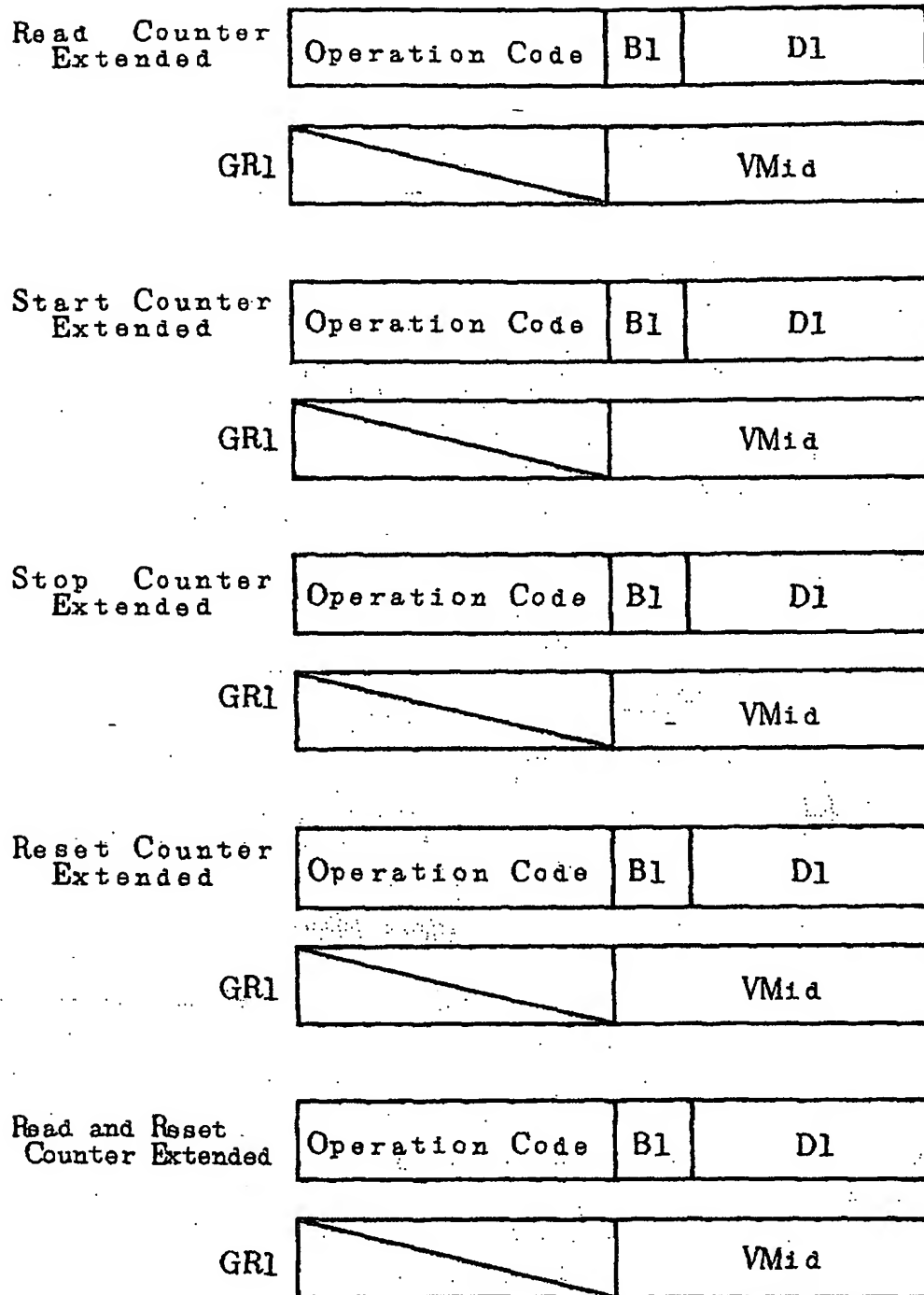
【第7図】



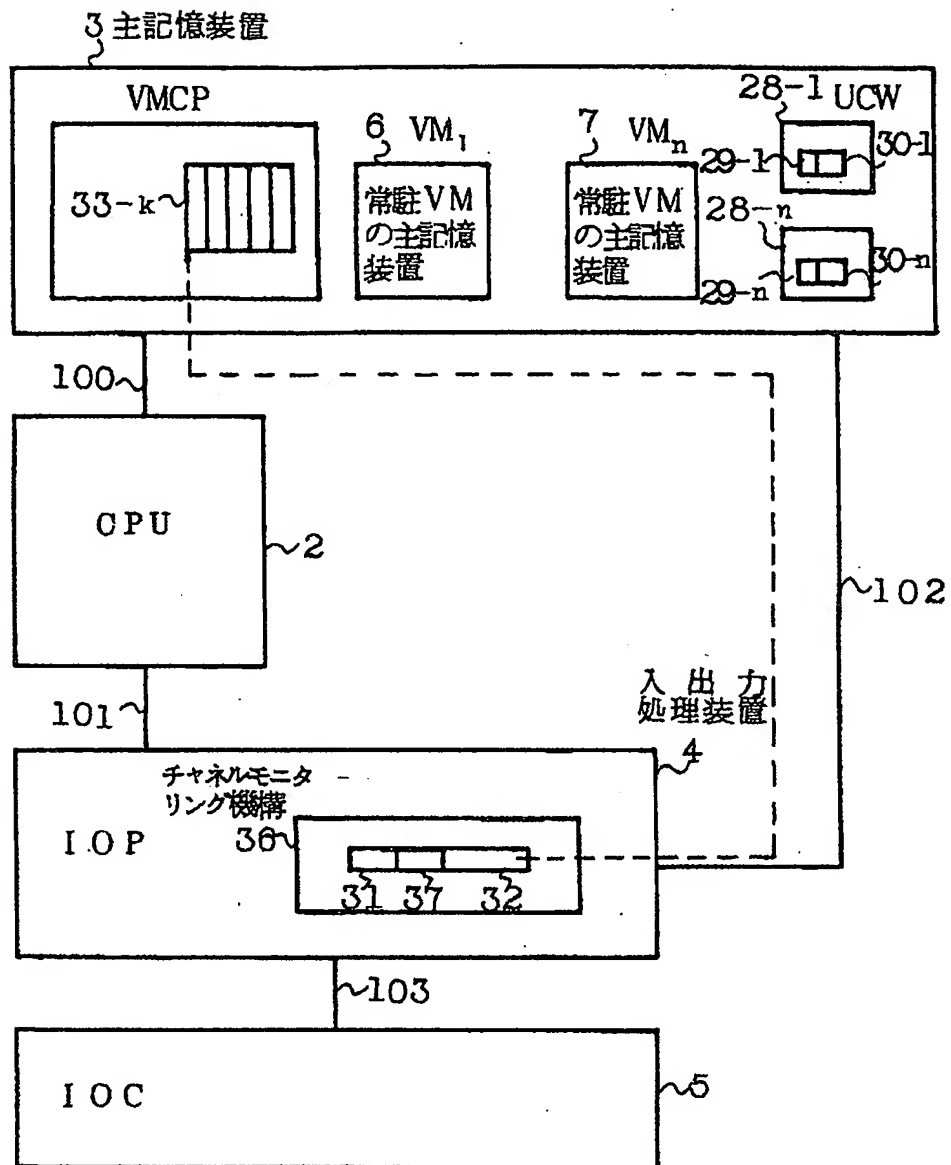
【第8図】



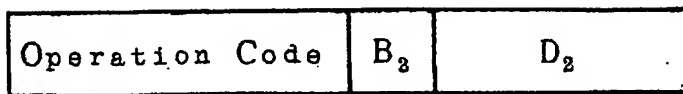
【第9図】



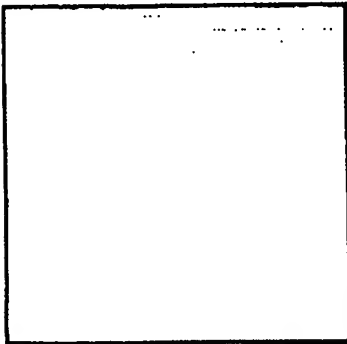
【第11図】



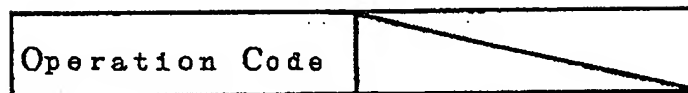
【第13図】



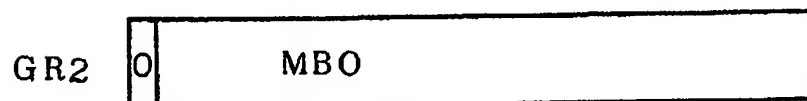
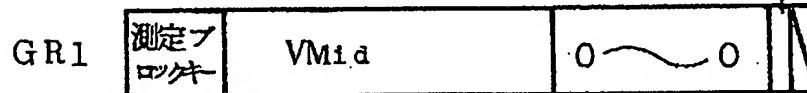
SCHIB



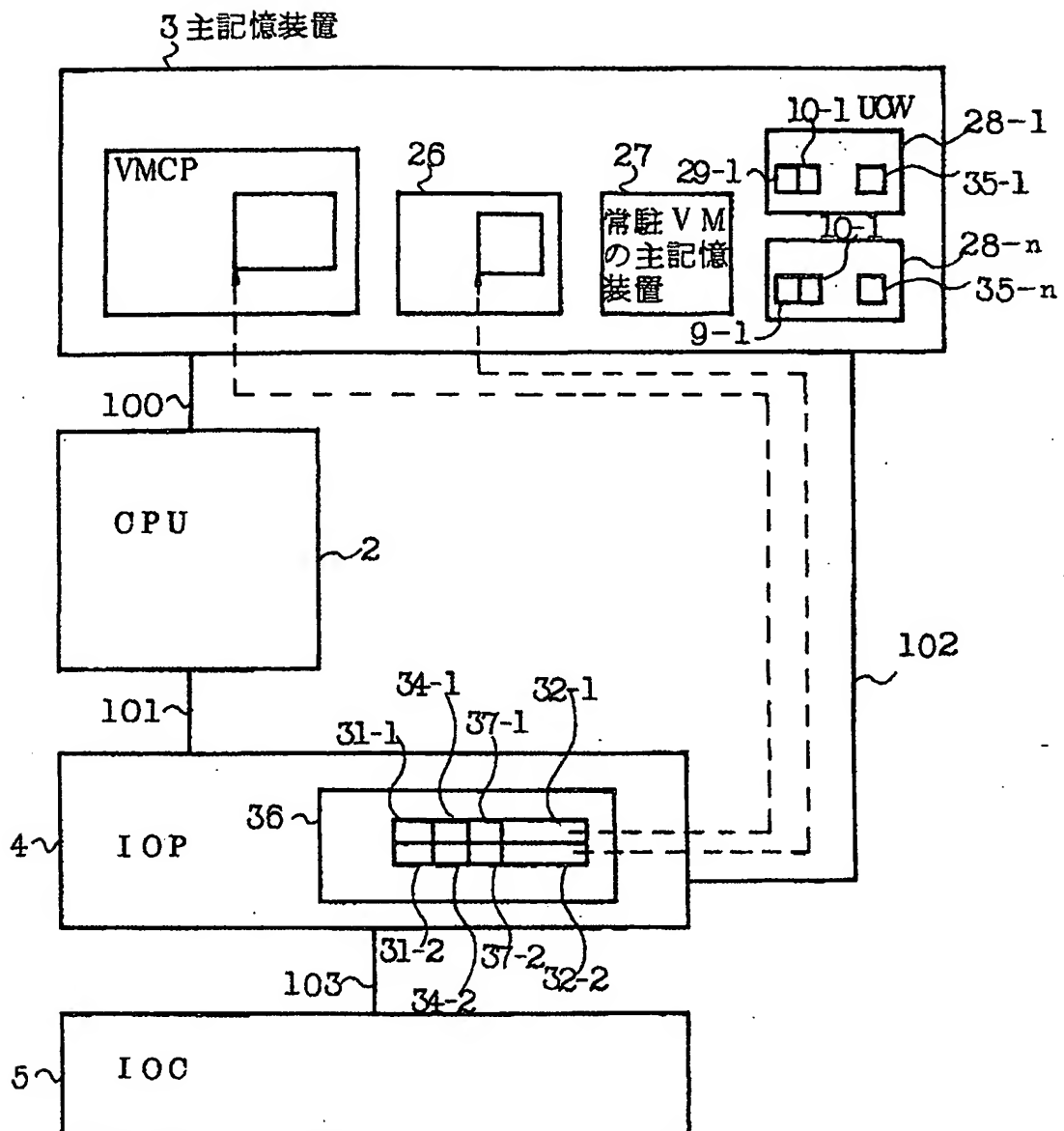
【第15図】



チャンネルモニタリング  
有効ビット



【第14図】





【第16図】

